

新幹線の高速化技術

High Speed Technology of The Shinkansen

執筆者プロフィール



遠藤 隆
Takashi ENDO

1951年12月生まれ
1975年東京大学工学部機械工学科卒業
1980年ロンドン大学インペリアルカレッジ修士課程修了
■主として行っている業務・研究
・鉄道車両の開発
■所属学会および主な活動
日本機械学会
■勤務先
東日本旅客鉄道(株) 先端鉄道システム開発センター 所長
(〒331-8513 さいたま市北区日進町2-0/
E-mail : taka-endou@jreast.co.jp)

1. はじめに

新幹線が世界の鉄道に先駆けて高速営業運転を開始したのは1964年で、2004年は開業40周年を迎える。この間新幹線の路線は東海道を皮切りに、山陽、東北、上越、長野、九州と延伸(2004年4月現在約2365km, 図1)され、日本の高速交通機関としての機能を果たしてきた。特に、40年間安全運行を継続してきたことは、世界にも類例を見ない。また、21世紀においても、最も環境適合性のある(単位輸送に必要なCO₂量が最も少ない)高速輸送機関として期待されている。

また、新幹線の成功が大きな刺激となり、フランスのTGVやドイツのICE

がその後生まれ、ヨーロッパにも高速鉄道ネットワークが着々と構築されつつある。さらに、東アジアにおいても、韓国、台湾、中国では高速鉄道のニーズが高まってきた。特に、台湾では日本の新幹線システムをベースとした高速鉄道が建設中であり、日本の企業連合が車両や信号システムを受注し、現地の軌道敷設工事などにも参画している。

2. 新幹線の高速化技術

2.1 高速化技術とは

高速鉄道は、車両、軌道、電力、信号通信、土木構造など鉄道におけるすべての分野におけるイノベーションが進み、システムとしてバランス良く構成された時に実現する。また、運行を開始してからのオペレーションおよびメンテナンスがしっかりした管理のもとに行われ、適切な改良がなされて、初めて安全かつ安定した交通機関となるのである。新幹線はまさに、以上のような理想的な鉄道システムとして育ったとも言えるのである。

さて、新幹線開業以来、何回かの速度向上がなされてきたが、おおむね車両の大幅なモデルチェンジの時であった。そこで、主に車両を中心に新幹線の高速化技術を概説する。

2.2 開業時の新幹線

新幹線開業時の0系新幹線電車(図2)は、動力分散方式を採用し、オール電動車で、2両1ユニットとして駆動用主回路が構成されている。電車線電圧は交流25kVで、小型ひし形のパンタグラフがユニット単位に搭載されている。主電動機は出力185kW/台の直

流モータで、駆動装置を介して車軸に動力を伝えている。

車体は鋼鉄製で、トンネル内の車外の気圧変動が車内に影響しないように気密構造となっている。台車には、蛇行動を起こさないで高速走行を実現するために新機軸の技術が織り込まれた。

最高速度は、210km/hである。ちなみに、新幹線電車が生まれる前には、1958年に登場した特急電車「こだま」が最高速度110km/h、東京～大阪間を6時間30分で結んでいた。電車が長距離区間に使用されていたことは、その後の新幹線電車実現につながっている。

現在、0系新幹線電車はイギリスヨークの鉄道博物館で、世界の高速鉄道第一号車両として展示されている。

2.3 最新の新幹線

0系以降、その時代における先端技術を取り込みながら新幹線電車はモデルチェンジ(図3)されてきた。特に、民営分割によりJR各社が発足してからは、そのピッチが早まった。

最新の新幹線電車の諸元は、JR各社がそれぞれに開発するので必ずしも同一ではないが、主な技術的特徴は以下のとおりである。

新幹線は開業以来今日に至るまで、動力分散の電車方式である。これに対して、TGVやICEは動力分散の機関車方式であるが、最新のICE3は新幹線と同じ電車方式となった。新幹線においても、編成の一部に付随車(主電動機搭載なし)が組み込まれるようになった。集電システムも改良が進み、パンタグラフは編成で2個、シングルアームタイプが主流となっている。主電

| 名称 | 区間 | 営業キロ |
|--------------------|------------------------------|---------|
| 東海道新幹線 | 東京—新大阪 | 552.6km |
| 山陽新幹線 | 新大阪—博多 | 622.3km |
| 東北新幹線 | 東京—八戸 | 631.9km |
| 山形新幹線 (ミニ新幹線) | 福島—新庄 | 148.6km |
| 秋田新幹線 (ミニ新幹線) | 盛岡—秋田 | 127.3km |
| 上越新幹線 | 大宮—新潟 | 303.6km |
| 長野新幹線 | 高崎—長野 | 117.4km |
| 九州新幹線 | 新八代—鹿児島中央 | 137.6km |
| 整備新幹線着工 区間(点線部) | 八戸—新青森、長野—富山 石動—金沢、博多—新八代 | |

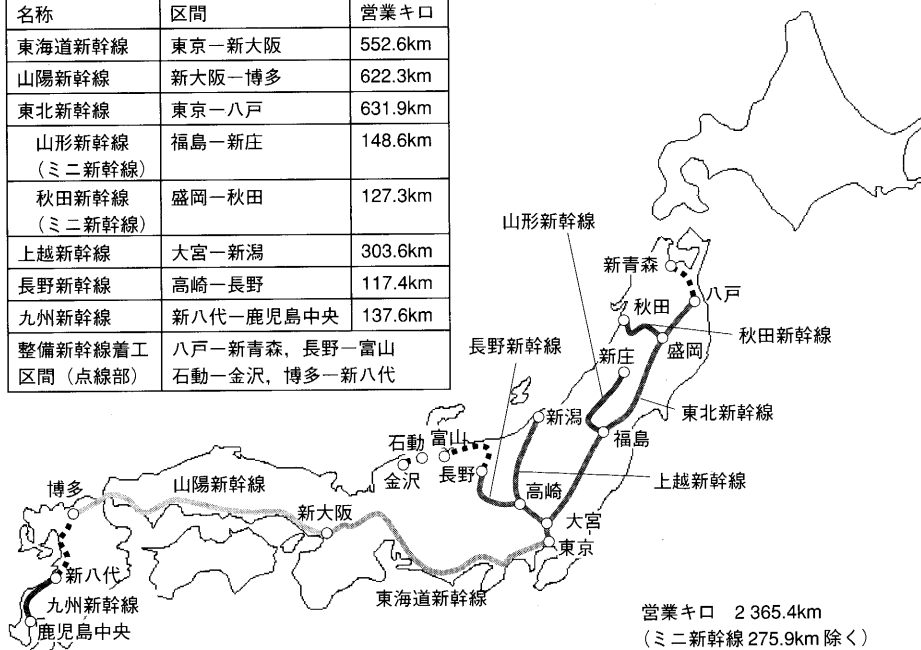


図1 新幹線ネットワーク

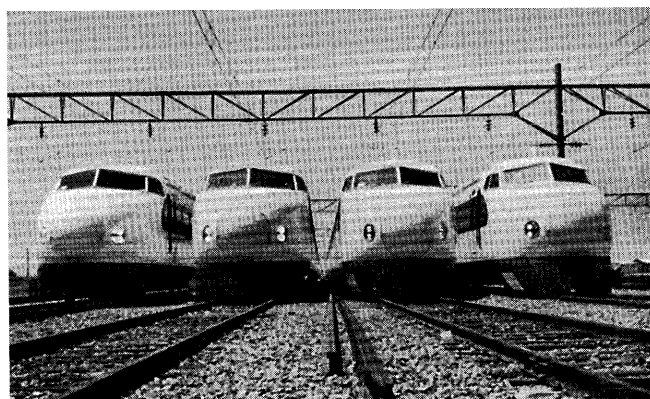
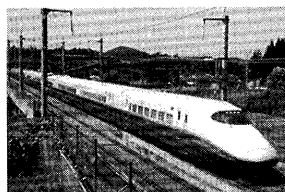
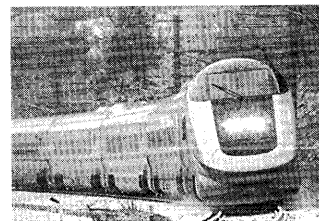


図2 0系新幹線電車〔日本国有鉄道 資料より抜粋〕



E2系1000番代



E3系



E4系

図3 東日本エリアの最新の新幹線電車

動機も小型高出力(約300kW/台)の誘導モータとなり、駆動制御はVVVFインバータ制御で半導体素子はGTOサイリスタからIGBTが主流となっている。

車体はアルミニウム合金のダブルスキン構造、台車は「まくらばり」をなくしたボルスターレス台車となり、車両全体の軽量化が大幅に進んだ。

最高速度は、線区の条件や所要時間のニーズにより異なっているが、山陽新幹線で300km/h運転が実現している。

ヨーロッパにおいても、フランス、ドイツにおいて300km/h運転がなされているが、スペインが現在建設中の

新線で、ドイツ製の新型車両を導入して350km/h運転を目指すとの名乗りを上げている。

3. これからの新幹線

今後の新幹線を展望すると「さらなる多様化」と「さらなる高速化」ではなかろうか。新幹線は1987年以降、JR各社によって別個に運営され、また車両や地上設備の開発も独自になされてきた。この間、東海道においては全列車270km/hの安定運行が指向されてきた。山陽においては航空機との厳しい競争の中で300km/h運転が実現した。東日本エリアでは、東京を中

心に5方面の新幹線ネットワークができ上がり、そのうち2方面は在来線の改軌によるミニ新幹線であり、首都圏近傍ではオール2階建新幹線車両による通勤輸送が年々拡大している。このように、新幹線は今後もますますエリアのニーズを受けて多様化していくと思われる。

さらなる高速化については、今後の新幹線ネットワークの延伸計画と大いに関係がある。延伸が進むと航空機との競争が激しくなり、シェアの明暗を分けるのは到達時間である。この点をいらんで、東日本エリアでは、360km/hレベルの高速運転を目指した開発プロジェクトが進んでいる。